



EXPRESS MAIL NO. EV065006532US

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **29 AVR. 2003**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE**

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 • W / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 10 FEV 2003 LIEU 13 INPI MARSEILLE N° D'ENREGISTREMENT 0301558 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 10 FEV. 2003 PAR L'INPI V s références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> 100211 FR		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE OMNIPAT MARCHAND André 24 Place des Martyrs de la Résistance 13100 AIX EN PROVENCE	
C nfirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date
		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Mémoire Flash sectorisée comprenant des moyens de contrôle et de rafraîchissement de cellules mémoire			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		STMICROELECTRONICS SA	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		3 4 1 4 5 9 3 8 6	
Code APE-NAF		3 2 1 B	
Domicile ou siège	Rue	29 Boulevard Romain Rolland	
	Code postal et ville	9 2 1 2 0 MONTRouGE	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		FRANCE	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		N° de télécopie <i>(facultatif)</i>	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, c chez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES
DATE **10 FEV 2003**
LIEU **13 INPI MARSEILLE**
N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI **0301558**

Réservé à l'INPI

D8 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)

Nom **MARCHAND**
Prénom **André**
Cabinet ou Société **OMNIPAT**
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel
Adresse
Rue **24 Place des Martyrs de la Résistance**
Code postal et ville **13 10 10 AIX EN PROVENCE**
Pays **FRANCE**
N° de téléphone (facultatif) **04.42.99.06.60**
N° de télécopie (facultatif) **04.42.99.06.69**
Adresse électronique (facultatif)

7 INVENTEUR (S)

Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes

Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques

☐ Oui

☒ Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat ou établissement différé

☒

Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)

Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt

☐ Oui☒ Non**9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requis pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG

10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS

☐ Cochez la case si la description contient une liste de séquences

Le support électronique de données est joint

☐

La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe

☐

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes

11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(Nom et qualité du signataire)

**MARCHAND André - CPI N° 95 0303
OMNIPAT**

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

MEMOIRE FLASH SECTORISEE COMPRENANT DES MOYENS DE
CONTROLE ET DE RAFRAICHISSEMENT DE CELLULES MEMOIRE

La présente invention concerne les mémoires Flash comprenant un plan mémoire organisé en secteurs.

La présente invention concerne plus particulièrement une mémoire Flash effaçable par page du type décrit par la demande internationale WO 02/41322, 5 comprenant un compteur non volatile dédié au contrôle et au rafraîchissement des pages du plan mémoire.

Comme exposé dans la demande internationale précitée, une mémoire Flash programmable par page ayant 10 une grande capacité de stockage doit comprendre des moyens de contrôle et de rafraîchissement (reprogrammation) de ses cellules mémoire, si l'on souhaite que chaque page de la mémoire puisse être effacée et programmé un grand nombre de fois.

15 En effet, une opération de programmation d'une cellule mémoire comprend l'application, sur une ligne de bit à laquelle la cellule mémoire est reliée, d'une tension de programmation V_{pp} de forte valeur. Or, dans une mémoire Flash, les cellules mémoire comprennent des 20 transistors à grille flottante qui sont connectés directement aux lignes de bit du plan mémoire, sans l'intermédiaire d'un transistor d'accès (comme cela est le cas dans les mémoires EEPROM). De ce fait, toutes les cellules mémoire reliées à la ligne de bit d'une cellule 25 mémoire en cours de programmation reçoivent la tension V_{pp} . Ceci entraîne un phénomène de stress électrique appelé également stress de programmation ou stress de drain, qui peut provoquer, à la longue, un effacement

parasite des cellules mémoire se trouvant dans l'état programmé.

Ainsi, si l'on offre à l'utilisateur la possibilité de reprogrammer Z fois la même page dans un secteur de mémoire Flash comprenant X1 lignes de mots (ou pages), le nombre maximal CMAX1 de cycles de stress électrique supporté par les cellules mémoire est égal à :

$$(1) \text{ CMAX1} = (X1-1) * Z$$

10

quand chacune des X1-1 autres pages du secteur est programmée Z fois.

Dans ces conditions, le temps maximal TMAX1 de stress électrique supporté par les cellules mémoire d'une page est égal à :

15

$$(2) \text{ TMAX1} = (X1-1) * Z * T_p$$

Tp étant le temps de programmation d'une cellule mémoire, pendant lequel les cellules mémoire appartenant à d'autres pages que celle en cours de programmation mais connectées à la même ligne de bit, subissent la tension de programmation Vpp. Pour un secteur de 512 Kbits comprenant 256 lignes de mots et 256 colonnes de huit bits chacune (soit 256 mots ou 2048 bits par page), et pour un nombre Z de reprogrammations autorisé égal à 10⁵ et un temps Tp de programmation de 5 µs, le temps maximal de stress électrique que peut subir une cellule mémoire est de l'ordre de 128 secondes, soit un stress électrique considérable.

30

Dans la demande internationale précitée, on propose de contrôler, après R cycles de programmation des pages d'une mémoire, les cellules mémoire de K pages du plan mémoire. Cette opération de contrôle comprend une double lecture des octets de la page, avec des tensions de

35

lecture différentes, visant à déterminer si la tension de seuil V_{th} des transistors à grille flottante se trouve ou non dans une fourchette de valeurs considérée comme normale. Si les résultats des deux lectures ne sont pas
5 identiques, cela signifie que des cellules mémoire sont altérées. Les cellules mémoire défectueuses sont alors rafraîchies, c'est-à-dire reprogrammées.

Grâce à ce procédé, le nombre maximal de cycles de stress électrique C_{MAX2} et le temps maximal T_{MAX2} de
10 stress électrique que peut subir une cellule mémoire sont ramenés aux valeurs suivantes :

$$(3) \quad C_{MAX2} = X1 * R / K$$

15

$$(4) \quad T_{MAX2} = X1 * R / K * T_p$$

Quand R et K sont égaux à 1 (mode de réalisation préféré), une page est contrôlée après chaque programmation d'une page, soit :

20

$$(5) \quad C_{MAX2} = X1$$

$$(6) \quad T_{MAX2} = X1 * T_p$$

25 Pour mettre en œuvre ce procédé, on propose également, dans la demande internationale précitée, de gérer les adresses des pages à contrôler au moyen d'un compteur non volatile qui est incrémenté après chaque contrôle d'une page. Un tel compteur permet de contrôler
30 cycliquement toutes les pages du plan mémoire en revenant à la première page grâce à un effacement du compteur, après avoir atteint la dernière adresse de page. On notera ici que dans les formules (3) à (6), le terme $X1$ doit être remplacé par le terme " $X1 - 1$ " si le
35 rafraîchissement d'une page désignée par le compteur

intervient avant la programmation d'une page, au lieu d'intervenir après la programmation d'une page.

La prévision d'un tel compteur pose le problème de la durée de vie des cellules mémoire du compteur lui-même. En effet, on autorise que des cellules mémoire soient effacées et reprogrammées Z fois, par exemple 100000 fois. Or, si le compteur est effacé et reprogrammé avec une valeur incrémentée après chaque contrôle d'une page, et si une page désignée par le compteur est contrôlée après chaque programmation d'une page, le nombre de cycles d'effacement ou programmation des cellules mémoire du compteur est égal à $X1 \cdot Z$, soit un nombre de cycles excédant largement la limite autorisée.

Pour résoudre ce problème, la demande internationale précitée propose une méthode de gestion du compteur selon laquelle une cellule mémoire dans l'état programmé correspond à un jeton utilisé qui ne peut être réutilisé tant que le compteur n'a pas été effacé. L'adresse de la page à contrôler est ainsi déterminée par le rang dans le compteur du premier jeton utilisable (cellule effacée) qui l'on rencontre en lisant le compteur selon un sens de lecture déterminé. Lorsque tous les jetons du compteur sont utilisés (cellules programmées), le compteur est effacé et le comptage recommence à partir du premier jeton.

Une autre contrainte liée à la prévision d'un tel compteur est liée au stress électrique important que les cellules mémoire du compteur peuvent subir en raison des cycles de programmation des autres pages du plan mémoire. Pour pallier cet inconvénient, la demande internationale précitée prévoit d'agencer le compteur dans un secteur indépendant des autres secteurs de la mémoire. En d'autres termes, les transistors à grille flottante des cellules mémoire du compteur ne sont pas connectés aux

lignes de bit du plan mémoire et ne reçoivent pas les tensions de programmation appliquées à ces lignes de bit.

Or il est apparu aux auteurs de la présente invention, dans le cadre de la conception d'une nouvelle
5 génération de mémoires Flash, que la séparation des cellules mémoire du compteur vis-à-vis du reste du plan mémoire complexifie l'architecture de la mémoire, et la complexifie même de façon rédhibitoire lorsque l'on souhaite prévoir un compteur par secteur.

10 Ainsi, l'objectif de la présente invention est de simplifier l'architecture d'une mémoire sectorisée comprenant pour chaque secteur un compteur de contrôle et de rafraîchissement des pages du secteur.

Pour atteindre cet objectif, la présente invention
15 se base sur la constatation simple mais non moins inventive selon laquelle l'intégration d'un compteur dans chaque secteur d'un plan mémoire est possible à la condition de respecter une règle d'effacement du compteur qui sera comprise à la lumière du raisonnement suivant :
20 lorsqu'un compteur selon l'invention est intégré dans un secteur d'un plan mémoire, les cellules mémoire du compteur subissent le même stress électrique que les cellules mémoire des autres pages du plan mémoire car elles sont connectées aux lignes de bit du secteur. Or,
25 les pages du secteur sont contrôlées à intervalles réguliers grâce au compteur, tandis que le compteur ne l'est pas. Toutefois, l'effacement du compteur lorsque la valeur maximale de comptage est atteinte, est l'équivalent d'une opération de rafraîchissement du
30 compteur puisque toutes les cellules mémoire du compteur sont effacées.

Ainsi, l'idée de la présente invention est, d'une part, d'intégrer un compteur dans chaque secteur d'une mémoire et, d'autre part, de prévoir un mode de gestion
35 du compteur garantissant son effacement au terme d'un

nombre de cycles de stress électrique qui est au maximum égal au nombre maximal CMAX2 de cycles de stress électrique que peuvent subir les autres pages du secteur. En d'autres termes, le comptage effectué doit être tel
5 que la valeur de comptage maximale de comptage précédant l'effacement du compteur soit au maximum égale à la valeur CMAX2 définie plus haut par la relation générale (3) ou la relation particulière (5).

Une autre idée de la présente invention, permettant
10 de s'affranchir d'éventuels dysfonctionnements de cellules mémoire du compteur, est d'attribuer à chaque jeton une valeur définie par un ensemble de cellules mémoire, et de procéder à une évaluation de la valeur d'un jeton par détermination de la valeur majoritaire des
15 bits formant le jeton.

Ainsi, la présente invention prévoit une mémoire effaçable et programmable électriquement, comprenant un plan mémoire organisé en secteurs, chaque secteur comprenant des cellules mémoire reliées à des lignes de
20 bit et à des lignes de mot, les cellules mémoire reliées à une même ligne de mot formant une page du plan mémoire, les cellules mémoire reliées à une même ligne de bit étant soumises à un cycle de stress électrique à chaque programmation d'une autre cellule mémoire reliée à la
25 même ligne de bit, au moins un compteur de contrôle et de rafraîchissement de pages du plan mémoire, comprenant des données formant des jetons utilisables une fois avant effacement du compteur, chaque jeton correspondant par son rang dans le compteur à au moins une adresse d'une
30 page à contrôler, et des moyens de contrôle et de rafraîchissement assurant la gestion du compteur et agencés pour contrôler et, si nécessaire, rafraîchir des pages désignées par le compteur, dans laquelle chaque secteur comprend un compteur de contrôle et de
35 rafraîchissement qui est intégré dans le secteur et qui

comprend ainsi des cellules mémoire reliées aux lignes de bit du secteur, et les moyens de contrôle et de rafraîchissement sont agencés pour effacer un compteur après avoir atteint une valeur maximale de comptage qui
5 est choisie de manière que, lorsque cette valeur maximale de comptage est atteinte, des cellules mémoire du compteur ont subi un nombre de cycles de stress électrique qui est au maximum égal à un nombre déterminé.

Selon un mode de réalisation, le nombre déterminé
10 est le nombre maximal de cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux contrôles, les pages du secteur correspondant.

Selon un mode de réalisation, la valeur maximale de comptage d'un compteur est choisie de manière que toutes
15 les pages du secteur correspondant soient contrôlées au moins une fois entre deux effacements du compteur.

Selon un mode de réalisation, un jeton désigne un nombre de pages déterminé, et la valeur maximale de comptage d'un compteur est égale au nombre maximal de
20 cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux contrôles, les pages du secteur correspondant, divisé par le nombre de pages que désigne un jeton.

Selon un mode de réalisation, les moyens de contrôle et de rafraîchissement sont agencés pour, avant
25 ou après chaque cycle de programmation d'une page d'un secteur, contrôler une page et une seule du même secteur.

Selon un mode de réalisation, la mémoire comprend des moyens pour attribuer à un jeton d'un compteur une valeur logique qui est égale à la valeur logique
30 majoritaire d'un groupe de bits enregistrés dans un groupe de cellules mémoire du compteur, l'état utilisé ou non utilisé du jeton étant fonction de la valeur logique majoritaire.

Selon un mode de réalisation, la valeur maximale de
35 comptage couvre toute l'étendue de stockage de données

offerte par le compteur, de sorte que chaque cellule mémoire d'un compteur reçoit un bit formant une partie de jeton.

Selon un mode de réalisation, le nombre de cellules
5 mémoires que comprend un groupe de cellules mémoire correspondant à un jeton est égal au rapport du nombre de cellules mémoire du compteur au nombre de pages que comprend le secteur dans lequel se trouve le compteur.

Selon un mode de réalisation, les moyens de
10 contrôle et de rafraîchissement sont agencés pour effacer un compteur pendant l'effacement d'une page du secteur dans lequel se trouve le compteur.

Selon un mode de réalisation, la mémoire comprend
un convertisseur d'adresse pour convertir le rang d'un
15 jeton non utilisé en adresse d'une page à contrôler.

La présente invention concerne également un procédé de contrôle et de rafraîchissement de cellules mémoire dans une mémoire effaçable et programmable électriquement comprenant un plan mémoire organisé en secteurs, chaque
20 secteur comprenant des cellules mémoire reliées à des lignes de bit et à des lignes de mot, les cellules mémoire reliées à une même ligne de mot formant une page du plan mémoire, les cellules mémoire reliées à une même ligne de bit étant soumises à un cycle de stress
25 électrique à chaque programmation d'une autre cellule mémoire reliée à la même ligne de bit, le procédé comprenant le contrôle et si nécessaire le rafraîchissement de cellules mémoire de pages du plan mémoire dont l'adresse est indiquée par un compteur de
30 contrôle et de rafraîchissement comprenant des données formant des jetons utilisables une fois avant effacement du compteur, chaque jeton correspondant, par son rang dans le compteur, à au moins une adresse d'une page à contrôler, procédé dans lequel un compteur de contrôle et
35 de rafraîchissement est intégré dans chaque secteur de la

mémoire et comprend des cellules mémoire reliées aux lignes de bit du secteur, et un compteur d'un secteur est effacé après avoir atteint une valeur maximale de comptage qui est choisie de manière que, lorsque cette
5 valeur maximale de comptage est atteinte, des cellules mémoire du compteur ont subi un nombre de cycles de stress électrique qui est au maximum égal à un nombre déterminé.

Selon un mode de réalisation, le nombre déterminé
10 est le nombre maximal de cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux contrôles, les pages du secteur correspondant.

Selon un mode de réalisation, la valeur maximale de comptage d'un compteur est choisie de manière que toutes
15 les pages du secteur correspondant soient contrôlées au moins une fois entre deux effacements du compteur.

Selon un mode de réalisation, un jeton désigne un nombre de pages déterminé, et la valeur maximale de comptage d'un compteur est égale au nombre maximal de
20 cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux contrôles, les pages du secteur correspondant, divisé par le nombre de pages que désigne un jeton.

Selon un mode de réalisation, une page d'un secteur est contrôlée avant ou après chaque programmation d'une
25 page du même secteur.

Selon un mode de réalisation, l'état utilisé ou non utilisé d'un jeton d'un compteur est déterminé par la valeur logique majoritaire d'un groupe de bits enregistrés dans un groupe de cellules mémoire du
30 compteur.

Selon un mode de réalisation, la valeur maximale de comptage d'un compteur couvre toutes les cellules mémoire du compteur, de sorte que des jetons sont enregistrés dans toutes les cellules mémoire du compteur.

Selon un mode de réalisation, un compteur est effacé pendant l'effacement d'une page du secteur dans lequel se trouve le compteur.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que
5 d'autres de la présente invention seront exposés plus en détail dans la description suivante de divers exemples de mise en œuvre du procédé selon l'invention dans deux mémoires ayant des architectures différentes, faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes
10 parmi lesquelles :

- la figure 1 représente sous forme de bloc une mémoire Flash à 8 bits de données comprenant des moyens de mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- la figure 2 est une vue partielle d'un secteur de la
15 mémoire de la figure 1,
- la figure 3 est le schéma logique d'un élément représenté sous forme de bloc en figure 1, et
- la figure 4 représente sous forme de bloc une mémoire Flash à 16 bits de données comprenant des moyens de mise
20 en œuvre du procédé selon l'invention.

La figure 1 représente sous forme de blocs une mémoire MEM1 dans laquelle est mis en œuvre un procédé de contrôle et de rafraîchissement de cellules mémoire selon l'invention. La mémoire MEM1 comprend un plan mémoire MA
25 de type Flash découpé en secteurs ST_k (k étant un indice), ici huit secteurs ST₁, ST₂...ST₈ isolés les uns des autres par la technique du triple caisson. Chaque secteur ST_k compte 256 lignes de mots WL_i, comportant chacune 256 mots de huit bits, ou octets, soit 2048
30 lignes de bit BL_j (256x8). En sus de ces 256 lignes de mot, chaque secteur comprend une ligne de mot spéciale WL_x formant un compteur CMPT_k selon l'invention, soit au total huit lignes de mot WL_x correspondant aux compteurs CMPT₁, CMPT₂,...CMPT₈. La mémoire compte ainsi au total

2048 pages (compteurs exclus) réparties dans les huit secteurs et offre une capacité de stockage de 4 Mbits.

La figure 2 est une vue partielle d'un secteur STk. Les cellules mémoire du compteur CMPTk intégré dans ce secteur sont formées par des transistors à grille flottante FGT qui sont d'une part reliés par leurs grilles à la ligne de mot spéciale WLx, et sont d'autre part reliés par leurs drains aux lignes de bit BLj du secteur. On distingue, sous la ligne de mot WLx, une ligne de mot normale WLi du secteur, à laquelle sont reliées les grilles des transistors à grille flottante d'une page du secteur. Ainsi, chaque cellule mémoire du compteur est reliée à une ligne de bit BLj et subit un cycle de même stress électrique lorsqu'une cellule mémoire reliée à cette ligne de bit BLj est programmée, puisqu'elle reçoit une tension de programmation appliquée à la ligne de bit.

Chaque compteur CMPTk comporte ainsi ici 2048 bits, soit 256 colonnes de huit bits chacune, et est dédié à la gestion des adresses de lignes de mot à contrôler conformément au procédé décrit dans la demande WO 02/41322. Le temps maximal de stress électrique TMAX2 que peut subir une cellule mémoire est donné par la relation (4) décrite plus haut. Dans ce qui suit, les paramètres R et K sont choisis égaux à 1, de sorte qu'une page est contrôlée dans un secteur après chaque programmation d'une page de ce secteur. Le temps maximal de stress électrique TMAX2 que peut subir une cellule mémoire est dans ce cas donné par la relation (6).

Selon l'invention, chaque compteur est géré de manière à être effacé après avoir subit un nombre de cycles de stress électrique qui est au maximum égal au nombre maximal de cycles de stress électrique CMAX2 que peut subir une cellule mémoire du secteur, tel que définit par les relations (3) et (5). Dans ces

conditions, le stress électrique que subissent les cellules mémoire reste dans les limites admises, l'effacement du compteur valant rafraîchissement du compteur.

5 De plus, les jetons sont formés par des groupes de bits et non pas par des bits individuels. Le nombre de bit formant un jeton est déterminé ici de manière que toutes les cellules mémoire du compteur soient utilisées lors d'un comptage allant de la première à la dernière
10 ligne de mot d'un secteur. Un secteur comprenant ici 256 lignes de mot et le compteur comprenant 2048 cellules mémoire, le nombre de cellules mémoire pour former un jeton, tout en utilisant l'ensemble des cellules mémoire du compteur, est égal ici à $2048:256$ soit 8 cellules
15 mémoire pour former un jeton, soit encore 256 jetons dans chaque compteur affectés chacun à la désignation d'une page. De façon générale, si un secteur comporte N lignes de mot, et si les lignes de mot du secteur comportent M cellules mémoire, le nombre de cellules mémoire formant
20 un jeton du compteur est égal à M/N bits, si l'on souhaite exploiter la pleine capacité du compteur. Ce nombre de jetons correspond au contrôle de toutes les lignes de mot du secteur, après quoi le compteur est effacé.

25 En appliquant les règles susmentionnées, le remplissage d'un compteur CMPTk s'effectue de la façon décrite par le tableau 1 ci-après. Dans ce tableau, les données sont exprimées en notation hexadécimale (un caractère de 0 à F représentant 4 bits), la lecture d'une
30 cellule mémoire dans l'état programmé correspondant à la lecture d'un bit à 0, et la lecture d'une cellule mémoire effacée correspondant à la lecture d'un bit à 1.

Tableau 1

Etat du compteur	Ligne de mot WL _i à contrôler
FFFFFFFFFFFFFF...FFFFFFFFFFFF	WL0
00FFFFFFFFFFFFFF...FFFFFFFFFFFF	WL1
0000FFFFFFFFFFFFFF...FFFFFFFFFFFF	WL2
000000FFFFFFFFFFFFFF...FFFFFFFFFFFF	WL3
...	...
00000000000000...0000000000FF	WL255

Le compteur est programmé octet par octet, à
 5 commencer par les octets de poids faible, un octet
 représentant un jeton et l'adresse de l'octet dans le
 compteur représentant l'adresse d'une ligne de mot à
 contrôler. Lorsque le dernier octet à FF est trouvé dans
 le compteur, cet octet est mis à 0 avant l'effacement du
 10 compteur. Le compteur présente donc, avant d'être effacé,
 un état temporaire où tous les octets sont à zéro.

On décrira maintenant les moyens prévus dans la
 mémoire MEM1 pour mettre en œuvre le procédé selon
 l'invention.

15 La mémoire MEM1 telle que représentée en figure 1
 comprend un décodeur de ligne de mots XDEC pour piloter
 les lignes de mots WL_i de chaque secteur, et un décodeur
 spécifique CDEC pour piloter la ligne de mot spéciale WL_x
 de chaque compteur CMPT_k (CMPT1 à CMPT8). L'activation du
 20 décodeur CDEC est faite par un signal de sélection SELC
 qui inhibe automatiquement le décodeur XDEC.

La mémoire MEM1 comprend également un décodeur de
 colonne YDEC, un registre de programmation LT, un circuit
 de lecture SA, un compteur d'adresse de ligne RAC, un
 25 compteur d'adresse de colonne CAC, un bus d'adresse ADB
 recevant une adresse de seize bits a[15:0] et un bus de
 données DTB véhiculant seize bits de données d[15:0],
 soit deux octets en parallèle.

Le décodeur de colonne YDEC comprend ici 2048 entrées/sorties (256x8) connectées aux 2048 lignes de bit du plan mémoire MA et seize entrées/sorties connectées au registre de programmation LT et au circuit de lecture SA.

5 Le registre LT comprend seize verrous haute tension ("latches") (non représentés) permettant la programmation simultanée de deux octets dans le plan mémoire. Les verrous sont connectés en sortie aux seize entrées/sorties du décodeur de colonne YDEC et sont
10 connectés en entrée au bus de données DTB, pour recevoir les bits de données d[15:0]. Le registre LT enregistre les bits de données présents sur le bus DTB sur réception d'un signal DLOAD, et fournit une tension de programmation V_{pp} sur ses sorties (selon les valeurs des
15 bits des deux octets chargés) sur réception d'un signal de programmation PROG, pour la programmation de cellules mémoire.

Le circuit de lecture SA, activé par un signal READ, comprend ici seize amplificateurs de lecture
20 ("sense amplifiers") (non représentés) connectés aux seize entrées/sorties du décodeur de colonne YDEC, et est connecté en sortie au bus de données DTB...

Le compteur RAC ("Row Address Counter") reçoit sur des entrées in[15:8] huit bits d'adresse de poids fort
25 a[15:8] présents sur le bus d'adresse ADB, formant une adresse de ligne de mot ADWL, et les applique au décodeur de colonne XDEC. Le compteur RAC est piloté par un signal LOAD1 de chargement des bits d'adresse, peut être incrémenté par un signal INC1 et fournit un signal OVFl
30 en cas de débordement d'adresse. Les bits d'adresse a[15:8] sont appliqués au compteur RAC par l'intermédiaire d'un multiplexeur MUX1 piloté par un signal MODE, ayant une entrée connectée au bus d'adresse.

Le compteur CAC ("Column Address Counter") comporte
35 des entrées in[7:1] connectées au bus d'adresse ADB, pour

recevoir sept bits d'adresse de poids faible a[7:1] formant une adresse de colonne ADCOL. La sortie du compteur CAC applique l'adresse de colonne ADCOL sur l'entrée d'adresse du décodeur YDEC. Le compteur CAC est
5 piloté par un signal de chargement LOAD2, par un signal d'incrémentation INC2, et fournit un signal OVF2 égal à 1 lorsqu'il atteint la dernière adresse de colonne.

Le bit adresse de plus faible poids a[0] présent sur le bus d'adresse ADB, est appliqué sur une entrée de
10 sélection d'un multiplexeur MUX2 recevant sur une première entrée le premier octet d[7:0] présent sur le bus de données et sur une deuxième entrée le deuxième octet d[15:8] présent sur le bus de données. La sortie du multiplexeur MUX2 fournit l'octet d[7:0] ou l'octet
15 d[15:8] selon la valeur du bit d'adresse a[0].

La mémoire MEM1 comprend également un convertisseur d'adresse ACONV, un convertisseur d'adresse réciproque RACONV, un registre à décalage SREG de 16 bits à entrée/sortie parallèle, un détecteur logique DETF, un
20 tampon BUF1, un comparateur logique COMP et un séquenceur SEQ.

Le registre SREG a une entrée parallèle connectée au bus de données DTB et une sortie parallèle connectée sur une entrée du convertisseur ACONV ainsi qu'au bus de
25 données DTB. Le registre SREG est piloté par un signal de décalage SHIFT et fournit un signal Z égal à 1 lorsqu'il ne contient que des bits à 0.

Le détecteur DETF est un circuit à logique câblée connecté en entrée au bus de données DTB et recevant les
30 bits de données d[15:0] formant deux octets: Il fournit un signal DTF égal à 1 lorsque au moins un octet parmi les deux est égal à FF (soit "1111111").

Avantageusement, le détecteur DETF est agencé pour mettre le signal DTF à 1 lorsque le nombre de bits à 1
35 est majoritaire dans un octet analysé. Pour chaque octet,

la détermination de la valeur majoritaire est par exemple faite sur deux groupes GP1, GP2 de quatre bits chacun, selon les équations logiques suivantes :

$$\begin{aligned} 5 \quad GP1 &= (d0.d1 + d2).(d3 + d0.d1.d2).(d0+d1) \\ GP2 &= (d4.d5 + d6).(d7 + d4.d5.d6).(d4+d5) \end{aligned}$$

Un octet est considéré comme égal à FF si chacun des groupes GP1, GP2 est égal à F, ce qui signifie que
10 l'on tolère deux cellules mémoire défaillantes sur huit cellules mémoire formant un jeton, si les deux cellules mémoire défaillantes appartiennent à des groupes différents.

Le signal DETF passe ainsi à 1 si au moins l'un des
15 deux octets est égal à FF, soit :

$$DETF = (GP1.GP2)_{\text{octet1}} + (GP1.GP2)_{\text{octet2}}$$

Cette détection de bit majoritaire permet
20 d'immuniser la valeur des jetons contre des défauts ou des dysfonctionnements affectant des cellules mémoire du compteur, dysfonctionnements dont la probabilité est plus forte avec la présente invention que dans le mode de réalisation décrit par la demande W0 02/41322, puisque
25 les cellules mémoire de chaque compteur subissent le même stress électrique qu'une cellule mémoire quelconque du plan mémoire.

Le tampon BUF1 a une entrée connectée au bus DTB et une sortie reliée à une entrée du comparateur COMP, dont
30 l'autre entrée est reliée au bus DTB. Le tampon BUF1 enregistre un mot de seize bits W1 (double octet) sur réception d'un signal de chargement BLOAD, et le comparateur COMP fournit un signal DOK ("Data OK") lorsqu'un mot W2 présent sur le bus de données DTB est
35 identique au mot W1 présent à la sortie du tampon BUF1.

Le convertisseur d'adresse ACONV reçoit sur une première entrée les bits de données d[15:0] présents sur le bus DTB, et sur une deuxième entrée les bits d'adresse a[7:1] présents à la sortie du compteur CAC, formant une
5 adresse de colonne ADCOL. Le convertisseur d'adresse ACONV fournit des bits d'adresse a[15:8] formant une adresse de ligne de mot ADWL, qui est fournie au compteur RAC par l'intermédiaire d'une deuxième entrée du multiplexeur MUX1.

10 Enfin, le séquenceur SEQ, à logique câblée ou à microprocesseur, fournit l'ensemble des signaux de commande décrits ci-dessus et reçoit l'ensemble des signaux émis par les éléments décrits ci-dessus.

La mémoire MEM1 fonctionne de façon classique
15 pendant des opérations de lecture, d'écriture, ou d'effacement de pages du plan mémoire, les opérations à effectuer étant communiquées au séquenceur sous forme de codes opération CODE[OP]. Le signal MODE est à 1 et le multiplexeur MUX1 connecte le bus d'adresse ADB sur les
20 entrées in[15:8] du compteur RAC. Lorsqu'une page doit être programmée dans un secteur STk, l'adresse de la page est appliquée au compteur RAC via le bus d'adresse. La programmation de la page est précédée d'un effacement de la page. Les données à programmer sont ensuite
25 enregistrées par paires d'octets dans le registre LT. Le compteur de colonne CAC est incrémenté après chaque programmation d'une paire d'octets, jusqu'à ce que tous les cellules mémoire de la page soient programmées (seules étant programmées les cellules mémoire devant
30 recevoir un 0).

Lorsqu'une page a été programmée dans un secteur STk, le séquenceur SEQ déclenche une procédure de lecture du compteur CMPTk de ce secteur visant à déterminer l'adresse de la page devant être contrôlée.

Le séquenceur met le signal MODE à 0, active le décodeur CDEC au moyen du signal SELC, met à zéro le compteur CAC et active le circuit de lecture SA (signal READ). Les deux premiers octets du compteur CMPT sont
5 fournis sur le bus de données DTB par le circuit de lecture SA. Si le signal DTF à la sortie du circuit de détection DETF reste à 0, cela signifie que les deux premiers octets lus dans le compteur CMPT sont nuls. Le séquenceur incrémente donc le compteur CAC d'une unité,
10 ce qui correspond ici à un saut de deux octets puisqu'une colonne électrique comprend seize lignes de bits. Le séquenceur lit les deux octets suivants du compteur sur le bus de données, toujours au moyen du circuit de lecture, ainsi de suite jusqu'à ce que le signal DTF
15 passe à 1. Lorsque le signal DTF passe à 1, le séquenceur sait que parmi les deux octets lus, au moins un octet est égal à FF. Il s'agit du premier octet non nul du compteur CMPT correspondant à un jeton non utilisé.

Les bits d[7:1] de l'adresse de colonne ADCOL
20 comprenant les deux octets parmi lesquels au moins un octet est égal à FF, sont alors chargés dans le registre SREG et se retrouvent à l'entrée du circuit de conversion ACONV. Ce dernier convertit l'adresse de colonne ADCOL en adresse de ligne de mot ADWL (bits a[15:8]). Cette
25 adresse de ligne de mot ADWL est appliquée sur les entrées in[15:8] du compteur RAC, par l'intermédiaire du multiplexeur MUX1 dont la deuxième entrée a été sélectionnée par le passage à 0 du signal MODE.

La conversion d'une adresse de colonne ADCOL en
30 adresse de ligne de mot ADWL est assurée par le convertisseur d'adresse conformément à l'algorithme suivant :

si d[15:0] = FFFF alors ADWL = 2*ADCOL,
35 si d[15:0] = 00FF alors ADWL = 2*ADCOL+1

La figure 3 représente un mode de réalisation du convertisseur d'adresse ACONV. Un multiplieur MLTP reçoit l'adresse ADCOL et multiplie cette adresse par deux. 5 L'adresse "2*ADCOL" est appliquée sur une entrée d'un additionneur ADT dont la sortie fournit l'adresse de ligne de mot ADWL. Une autre entrée de l'additionneur est reliée à la sortie d'un comparateur logique LCOMP, qui reçoit sur une entrée une consigne égale à 00FF et sur 10 l'autre entrée les bits de données d[15:0] issus du registre SREG. Lorsque ces bits de données sont égaux à 00FF la sortie du comparateur passe à 1, sinon la sortie du comparateur reste à 0. L'adresse ADWL fournie par l'additionneur est ainsi conforme à l'algorithme décrit 15 ci-dessus.

L'adresse ADWL est ensuite chargée dans le compteur RAC et le processus de contrôle de la page désignée par cette adresse est engagé. Après remise à zéro du compteur CAC, les octets de la page à contrôler sont lus deux par deux. 20 Plus particulièrement, chaque paire d'octets est lue au moyen de deux tensions de lecture différentes, la première étant une tension de lecture V_{READ} conventionnelle et la deuxième une tension de vérification V_{VRFY} supérieure à V_{READ} . La comparaison des 25 octets lus au moyen des deux tensions V_{READ} , V_{VRFY} permet de détecter l'existence d'au moins un transistor à grille flottante programmé dont la tension de seuil est devenue plus faible que la tension V_{VRFY} .

La comparaison des deux octets est assurée par le 30 comparateur COMP. La paire d'octets W1 lue au moyen de la tension V_{VRFY} est stockée dans le tampon BUF1 et se retrouve ainsi sur la première entrée du comparateur. La paire d'octets W2 lue avec la tension V_{READ} est laissée sur le bus de données DTB et se retrouve ainsi sur la 35 deuxième entrée du comparateur. Si le signal DOK à la

sortie du comparateur passe à 0, le séquenceur sait que des cellules mémoire dans l'état programmé ont perdu des charges électriques. Dans ce cas, la paire d'octets W2 (qui est la paire d'octets de référence car elle a été lue avec la tension V_{READ}) est chargée dans le registre de programmation LT, puis le séquenceur déclenche un cycle de programmation pour rafraîchir les cellules endommagées.

Lorsque tous les octets de la page ont été contrôlés et que les cellules mémoire endommagées, le cas échéant, ont été reprogrammées, le séquenceur incrémente le compteur CMPT d'une unité. Cette incrémentation consiste à mettre à 0 le premier octet non nul qui avait été trouvé à l'étape de recherche de l'adresse de la page à contrôler. A cet effet, le convertisseur d'adresse réciproque RACONV transforme l'adresse de ligne de mot a[15:8] présente à la sortie du compteur RAC en une adresse colonne a[7:1], en exécutant un algorithme inverse de celui décrit plus haut.

Lorsque l'adresse de colonne est récupérée par le compteur CAC, le double octet comprenant au moins un octet non nul est encore présent dans le registre SREG. Ce double octet est décrémente par décalage à droite (signal SHIFT) et insertion de 0 par la gauche, soit :

FFFF devient 00FF
00FF devient 0000

Ainsi, dans chacun de ces deux cas, un octet égal à FF correspondant à un jeton non utilisé est transformé en un octet égal à 0 correspondant à un jeton utilisé (soit "00" en notation hexadécimale).

La valeur incrémentée du double octet est ensuite chargée dans le registre LT via le bus de données DTB, et est enregistrée dans le compteur. Seules sont programmées

les cellules mémoire du compteur comprenant un bit à 1 et dans lesquelles un bit à 0 doit être enregistré, grâce à un circuit de contrôle de programmation qui est en soi classique et n'est pas représenté en figure 1. Ainsi, au
5 cours du processus d'incrémentation du compteur et jusqu'à son effacement, chaque cellule mémoire n'est programmée qu'une fois.

D'autre part, si le signal Z fournit par le registre SREG passe à 1 après insertion de l'octet nul,
10 cela signifie que le registre SREG contient deux octets égaux à 0. Aussi, après avoir enregistré l'octet égal à 0 dans le compteur CMPT, le séquenceur vérifie la valeur du signal OVF2. Si ce signal est à 1, cela signifie que l'octet mis à 0 dans le compteur était le dernier octet
15 du compteur CMPT. Dans ce cas, le séquenceur sait qu'il doit effacer le compteur CMPT avant le prochain cycle de contrôle d'une page. Avantageusement, l'effacement du compteur est réalisé simultanément à l'effacement de la page suivante à programmer, puisqu'une page à programmer
20 est préalablement effacée. De ce fait, l'effacement du compteur est une opération transparente pour l'utilisateur et n'entraîne aucun retard dans une succession d'étapes de programmation de pages.

On a décrit dans ce qui précède un mode de
25 réalisation du procédé de l'invention dans lequel, dans chaque secteur, l'incrémentation du compteur intervient après le contrôle et le rafraîchissement d'une page, et dans lequel le contrôle et le rafraîchissement d'une page intervient après la programmation d'une page du secteur.

30 Dans une variante de ce procédé, l'incrémentation du compteur intervient avant le contrôle et le rafraîchissement d'une page et le contrôle et rafraîchissement d'une page intervient avant la programmation d'une page. Le procédé comprend dans ce cas

la plupart des étapes déjà décrites, dans l'ordre suivant :

- E1) lecture du compteur jusqu'à trouver la première paire d'octets comprenant un octet égal à FF,
- 5 E2) chargement du double octet dans le registre SREG,
- E3) conversion, en adresse de ligne de mot, de l'adresse colonne présente à la sortie du compteur CAC, au moyen du convertisseur d'adresse ACONV, et chargement de l'adresse de ligne de mot dans le compteur RAC,
- 10 E4) incrémentation du double octet dans le registre SREG,
- E5) chargement du double octet incrémenté dans le circuit LT et programmation du compteur pour incrémentation du compteur,
- E6) contrôle et, si nécessaire, rafraîchissement de la
- 15 page désignée par l'adresse chargée dans le compteur RAC à l'étape E3,
- E7) application de l'adresse de la page à programmer sur le bus d'adresse,
- E8-1) effacement de la page à programmer et effacement
- 20 simultané du compteur si le signal OVF2 fournit par le compteur CAC est passé à 1 à l'étape E4,
- ou
- E8-2) effacement de la page à programmer sans effacement du compteur si le signal OVF2 est passé à 1 à l'étape E4,
- 25 E9) programmation de la page à programmer, par paires d'octets, comme décrit plus haut.

Dans ce mode de réalisation, le convertisseur d'adresse réciproque RACONV n'est plus nécessaire puisque l'incrémentation du compteur intervient avant le contrôle et le rafraîchissement d'une page.

30

Dans encore une autre variante, l'incrémentation du compteur intervient avant la programmation d'une page mais le contrôle et le rafraîchissement d'une page intervient après la programmation d'une page. On prévoit

35 dans ce cas un tampon pour mémoriser l'adresse de colonne

correspondant à la première paire d'octet non nulle trouvée dans le compteur, pour la convertir ensuite en adresse de la page à contrôler.

Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que le
5 procédé selon l'invention est susceptible de diverses autres variantes de réalisation, notamment en fonction de l'architecture de la mémoire dans laquelle il est mis en oeuvre.

A titre d'exemple, la figure 4 représente une
10 mémoire MEM2 se distinguant de la mémoire MEM1 par un bus de données DTB comprenant huit bits de données d[7:0] au lieu de seize.

La mémoire MEM2 comprend un plan mémoire MA à huit secteurs ST2, identique à celui de la mémoire MEM1,
15 chaque secteur comportant une ligne de mot spéciale WLx formant un compteur CMPTk (CMPT1 à CMPT8). On y retrouve également le séquenceur SEQ, le compteur d'adressé de ligne de mot RAC, le compteur d'adresse de colonne CAC, le multiplexeur MUX1, le décodeur de colonne YDEC, le
20 registre de programmation LT, le circuit de lecteur SA, le détecteur DETF, le comparateur COMP et le tampon BUF1.

Le bus de données DTB ne comporte ici que huit bits de données d[7:0], le circuit de lecture SA ne comprend que huit amplificateurs de lecture, le registre de
25 programmation LT ne comprend que huit verrous haute tension. Egalement, le décodeur de colonne YDEC ne comprend que huit entrées/sorties connectées au registre de programmation LT et au circuit de lecture SA. Enfin, le détecteur DETF ainsi que le comparateur COMP et le
30 tampon BUF1 sont des circuits 8 bits.

Les colonnes électriques ne comprenant ici que huit lignes de bit, le compteur CAC applique au décodeur de colonne YDEC des adresses de colonnes comportant huit bits d'adresse de poids faible a[7:0]. A cet effet, le
35 compteur CAC comprend ici huit entrées in[7:0] au lieu de

sept, qui sont connectées au bus d'adresse ADB pour recevoir les bits d'adresse a[7:0].

Ainsi, lors de la lecture d'un compteur CMPTk, l'adresse de colonne ADCOL fournie par le compteur CAC
5 représente ici l'adresse d'un octet et d'un seul. Cette adresse de colonne correspond ici à la position d'un jeton dans le compteur (un jeton correspondant toujours ici à huit bits de données). De ce fait, il n'est plus nécessaire de convertir une adresse colonne en adresse de
10 ligne de mot, puisqu'il existe une correspondance exacte entre les adresses colonne et les adresses de ligne de mot (chaque secteur comprenant 256 lignes de mots comportant chacune 256 octets, soit 256 colonnes électriques de huit lignes de bit chacune).

15 Le convertisseur d'adresse ACONV et le convertisseur d'adresse réciproque RACONV sont ainsi supprimés, et l'adresse de colonne ADCOL présente à la sortie du compteur CAC est appliquée directement sur la deuxième entrée du multiplexeur MUX1.

20 Lorsqu'une page a été effacée dans un secteur STk, la procédure de contrôle de page conduite par le séquenceur SEQ. est effectuée ici comme suit. Le séquenceur active le décodeur CDEC, met à zéro le compteur CAC et active le circuit de lecture SA. Le
25 compteur CMPT est lu octet par octet jusqu'à ce que le signal DTF passe à 1, ce qui signifie qu'un octet égal à FF a été trouvé.

Les bits d[7:0] de l'adresse de colonne ADCOL de cet octet sont alors appliqués en tant qu'adresse de
30 ligne de mot ADWL sur les entrées in[15:8] du compteur RAC, par l'intermédiaire du multiplexeur MUX1 et le processus de contrôle de la page désigné par cette adresse page est déclenché.

Le compteur CAC est ensuite remis à zéro et les
35 octets de la page sont lus un par un pour être contrôlés

et, si nécessaire, rafraîchis de la manière décrite plus haut. Lorsque tous les octets de la page ont été contrôlés et que les cellules mémoire endommagées ont été reprogrammées, le séquenceur incrémente le compteur CMPT.

5 Cette incrémentation consiste ici aussi à mettre à 0 le premier octet égal à FF qui avait été trouvé à l'étape de recherche de l'adresse de la page à contrôler. A cet effet, l'adresse de ligne de mot a[15:8] présente à la sortie du compteur RAC est appliquée en entrée du
10 compteur CAC en tant qu'adresse de colonne a[7:0], par l'intermédiaire d'un circuit tampon BUF2. Lorsque l'adresse de colonne est récupérée par le compteur CAC, l'octet non nul encore présent dans le registre SREG est mis à zéro, est chargé dans le registre LT via le bus de
15 données DTB puis est enregistré dans le compteur.

Les variantes de réalisation du procédé selon l'invention décrites plus haut sont bien entendu applicables à la mémoire MEM2, l'incrémentation du compteur pouvant intervenir avant le contrôle d'une page,
20 et le contrôle d'une page pouvant intervenir avant ou après la programmation d'une page.

Diverses autres variantes peuvent bien entendu être prévues par l'homme de l'art.

De façon générale, la valeur maximale de comptage
25 d'un compteur selon l'invention peut être supérieure au nombre de lignes de mot dans un secteur. Si l'on considère, pour fixer les idées, l'exemple simplifié d'un secteur de 8 pages (X1=8) dans lequel deux pages à la fois (K=2) sont contrôlées tous les quatre cycles (R=4)
30 de programmation de pages du secteur, il vient

$$CMAX2 = X1 * R / K = 16$$

Ainsi, un tel compteur peut compter jusqu'à 16
35 (soit 16 jetons utilisables) si un jeton correspond à une

page et une seule, sans supporter un nombre de cycles de stress électrique supérieur à celui que peuvent supporter les autres pages du secteur. Si par contre un jeton est utilisé pour désigner simultanément P pages à contrôler, par exemple deux pages ($P=2$), en faisant intervenir une table de correspondance ou un convertisseur d'adresse, alors la valeur maximale de comptage ne doit pas être supérieure à C_{MAX2}/P soit 8 si $P=2$.

Enfin, selon l'architecture de la mémoire, on peut également prévoir une gestion de compteur telle que, lorsque la valeur de comptage maximale est atteinte et que le compteur est effacé, le nombre maximal de cycles de stress électriques que subis par les cellules mémoire d'un compteur soit inférieur au nombre maximal de cycles de stress que peuvent subir les autres cellules mémoire d'un secteur.

Le procédé de contrôle et de reprogrammation de cellules mémoire qui vient d'être décrit est particulièrement simple à mettre en œuvre et nécessite peu de moyens matériels. Il est en outre quasiment transparent pour l'utilisateur car le temps de contrôle et de reprogrammation éventuelle d'une page est de l'ordre de 200 μs , à comparer avec le temps nécessaire à l'effacement préalable d'une page, de l'ordre de 5 ms, auquel s'ajoute un temps de l'ordre de 1 300 μs ($256 \times 5 \mu s$) pour la programmation des 256 octets d'une page.

REVENDECATIONS

1. Mémoire (MEM1, MEM2) effaçable et programmable électriquement comprenant :

- un plan mémoire organisé en secteurs (ST1-ST8), chaque secteur comprenant des cellules mémoire reliées à des lignes de bit (BLj) et à des lignes de mot (WLi), les cellules mémoire reliées à une même ligne de mot (WLi) formant une page du plan mémoire, les cellules mémoire reliées à une même ligne de bit (BLj) étant soumises à un cycle de stress électrique à chaque programmation d'une autre cellule mémoire reliée à la même ligne de bit,
 - au moins un compteur de contrôle et de rafraîchissement de pages du plan mémoire, comprenant des données formant des jetons utilisables une fois avant effacement du compteur, chaque jeton correspondant par son rang dans le compteur à au moins une adresse d'une page à contrôler, et
 - des moyens de contrôle et de rafraîchissement (SEQ, CAC, RAC, SA, ACONV, RACONV) assurant la gestion du compteur et agencés pour contrôler et, si nécessaire, rafraîchir des pages désignées par le compteur,
- caractérisée en ce que :
- chaque secteur comprend un compteur (CMPTk, CMPT1-CMPT8) de contrôle et de rafraîchissement qui est intégré dans le secteur et qui comprend ainsi des cellules mémoire (FGT) reliées aux lignes de bit (BLj) du secteur, et
 - les moyens de contrôle et de rafraîchissement sont agencés pour effacer un compteur après avoir atteint une valeur maximale de comptage qui est choisie de manière que, lorsque cette valeur maximale de comptage est atteinte, des cellules mémoire du compteur ont subi un nombre de cycles de stress électrique qui est au maximum égal à un nombre déterminé (CMAX).

2. Mémoire selon la revendication 1, dans laquelle le nombre déterminé est le nombre maximal (CMAX2) de cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux
5 contrôles, les pages du secteur correspondant.

3. Mémoire selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle la valeur maximale de comptage d'un compteur est choisie de manière que toutes les pages du
10 secteur correspondant soient contrôlées au moins une fois entre deux effacements du compteur.

4. Mémoire selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle un jeton désigne un nombre (P) de pages
15 déterminé, et dans laquelle la valeur maximale de comptage d'un compteur est égale au nombre maximal (CMAX2) de cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux contrôles, les pages du secteur correspondant, divisé par le nombre de pages (P) que désigne un jeton.

20

5. Mémoire selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle les moyens de contrôle et de
25 rafraîchissement sont agencés pour, avant ou après chaque cycle de programmation d'une page d'un secteur, contrôler une page et une seule du même secteur.

6. Mémoire selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant des moyens (DETF) pour attribuer à un jeton d'un compteur une valeur logique qui est égale à la
30 valeur logique majoritaire d'un groupe de bits enregistrés dans un groupe de cellules mémoire du compteur, l'état utilisé ou non utilisé du jeton étant fonction de la valeur logique majoritaire.

7. Mémoire selon la revendication 6, dans laquelle la valeur maximale de comptage couvre toute l'étendue de stockage de données offerte par le compteur, de sorte que chaque cellule mémoire d'un compteur reçoit un bit
5 formant une partie de jeton.

8. Mémoire selon l'une des revendications 6 et 7, dans laquelle un groupe de cellules mémoire correspondant à un jeton comprend un nombre de cellules mémoire égal au
10 rapport (N/M) du nombre de cellules mémoire (N) du compteur au nombre de pages (M) que comprend le secteur dans lequel se trouve le compteur.

9. Mémoire selon l'une des revendications 1 à 8,
15 dans laquelle les moyens de contrôle et de rafraîchissement sont agencés pour effacer un compteur pendant l'effacement d'une page du secteur dans lequel se trouve le compteur.

20 10. Mémoire selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant un convertisseur d'adresse (ACONV) pour convertir le rang (ADCOL) d'un jeton non utilisé en adresse (ADWL) d'une page à contrôler.

25 11. Procédé de contrôle et de rafraîchissement de cellules mémoire dans une mémoire (MEM1, MEM2) effaçable et programmable électriquement comprenant un plan mémoire organisé en secteurs (ST1-ST8), chaque secteur comprenant des cellules mémoire reliées à des lignes de bit (BLj) et
30 à des lignes de mot (WLi), les cellules mémoire reliées à une même ligne de mot (WLi) formant une page du plan mémoire, les cellules mémoire reliées à une même ligne de bit (BLj) étant soumises à un cycle de stress électrique à chaque programmation d'une autre cellule mémoire reliée
35 à la même ligne de bit,

procédé comprenant le contrôle et si nécessaire le rafraîchissement de cellules mémoire de pages du plan mémoire dont l'adresse est indiquée par un compteur de contrôle et de rafraîchissement comprenant des données
5 formant des jetons utilisables une fois avant effacement du compteur, chaque jeton correspondant, par son rang dans le compteur, à au moins une adresse d'une page à contrôler,

procédé caractérisé en ce que :

- 10 - un compteur (CMPTk, CMPT1-CMPT8) de contrôle et de rafraîchissement est intégré dans chaque secteur de la mémoire et comprend des cellules mémoire (FGT) reliées aux lignes de bit (BLj) du secteur, et
- un compteur d'un secteur est effacé après avoir atteint
15 une valeur maximale de comptage qui est choisie de manière que, lorsque cette valeur maximale de comptage est atteinte, des cellules mémoire du compteur ont subi un nombre de cycles de stress électrique qui est au maximum égal à un nombre déterminé (CMAX).

20

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le nombre déterminé est le nombre maximal (CMAX2) de cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux contrôles, les pages du secteur correspondant.

25

13. Procédé selon l'une des revendications 11 et 22, dans lequel la valeur maximale de comptage d'un compteur est choisie de manière que toutes les pages du secteur correspondant soient contrôlées au moins une fois
30 entre deux effacements du compteur.

14. Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, dans lequel un jeton désigne un nombre (P) de pages déterminé, et dans lequel la valeur maximale de comptage
35 d'un compteur est égale au nombre maximal (CMAX2) de

cycles de stress électrique que peuvent subir, entre deux contrôles, les pages du secteur correspondant, divisé par le nombre de pages (P) que désigne un jeton.

5 15. Procédé selon l'une des revendications 11 à 14, dans lequel une page d'un secteur est contrôlée avant ou après chaque programmation d'une page du même secteur.

10 16. Procédé selon l'une des revendications 11 à 15, dans lequel l'état utilisé ou non utilisé d'un jeton d'un compteur est déterminé par la valeur logique majoritaire d'un groupe de bits enregistrés dans un groupe de cellules mémoire du compteur.

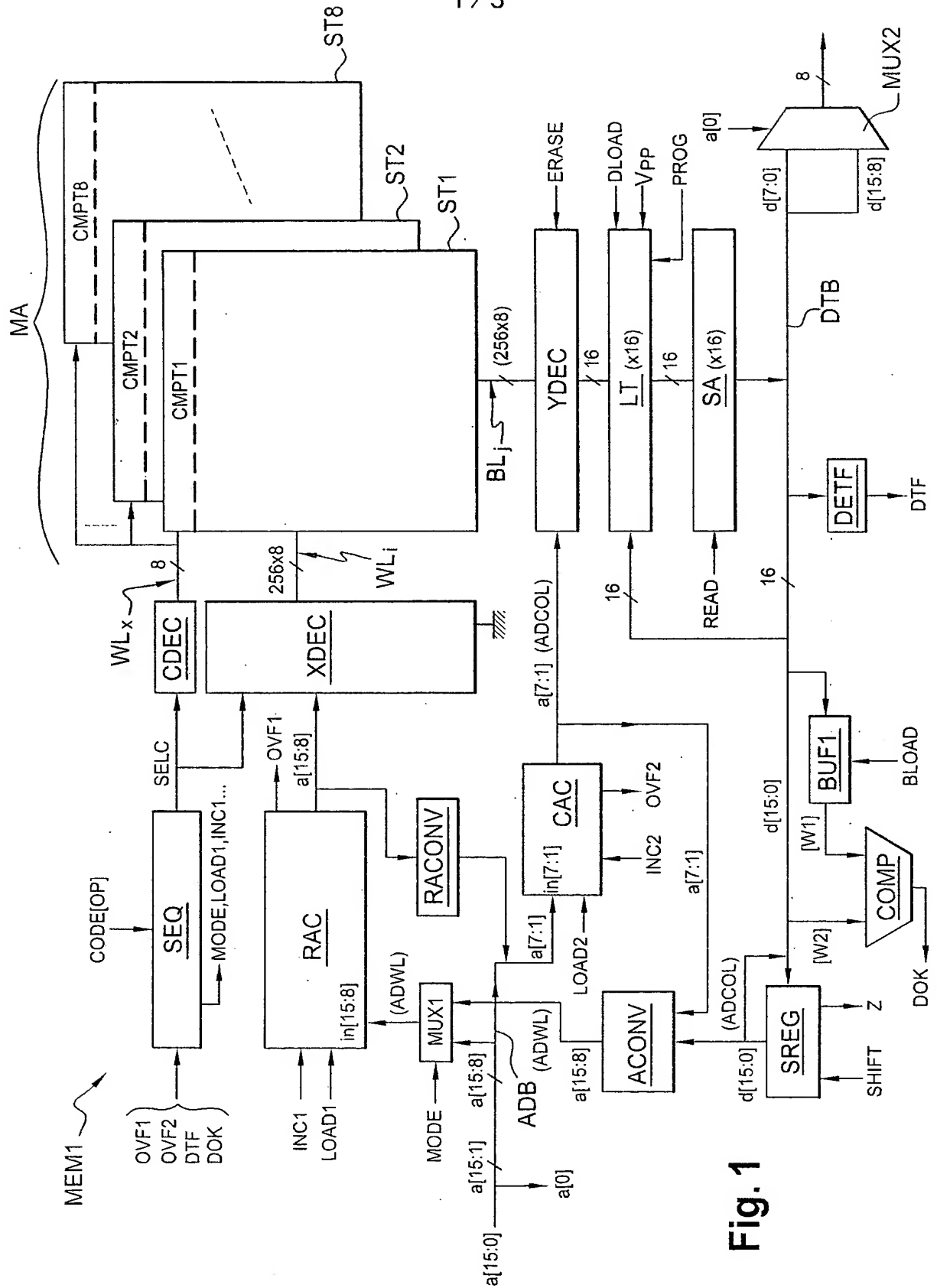
15 17. Procédé selon l'une des revendications 11 à 16, la valeur maximale de comptage d'un compteur couvre toutes les cellules mémoire du compteur, de sorte que des jetons sont enregistrés dans toutes les cellules mémoire du compteur.

20

 18. Procédé selon l'une des revendications 11 à 17, dans lequel un compteur est effacé pendant l'effacement d'une page du secteur dans lequel se trouve le compteur.

13





2/3

ST_k
↓

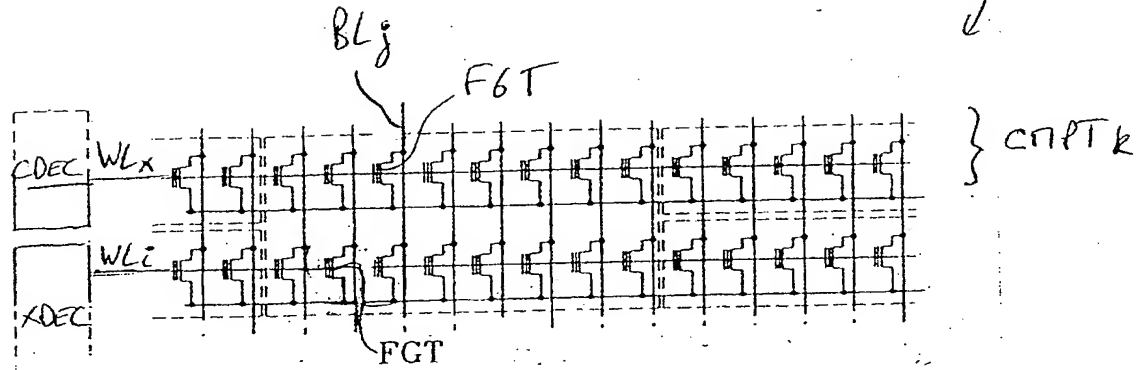


Fig. 2

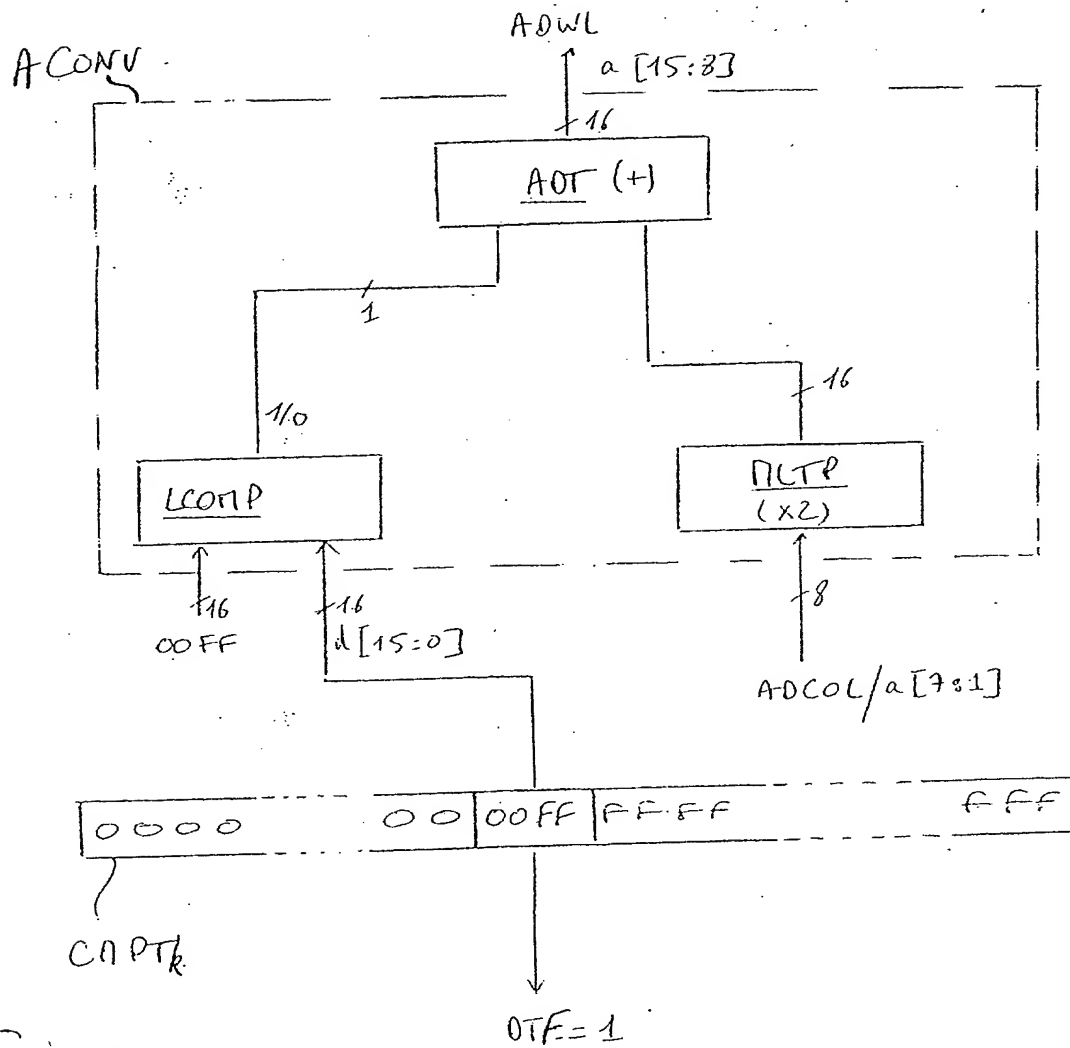


Fig. 3

2 / 3

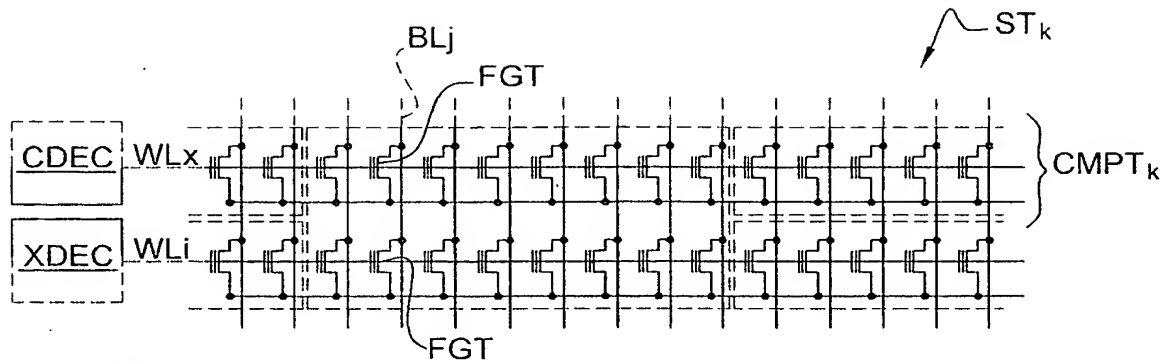


Fig. 2

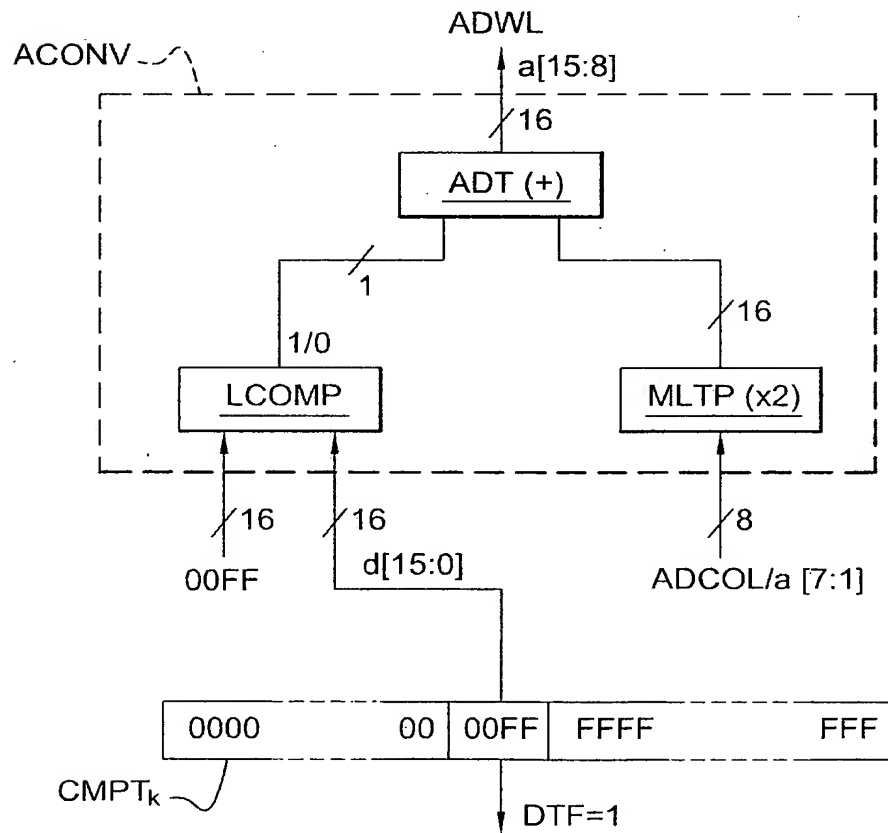


Fig. 3

100214FR

3/3

7EN2

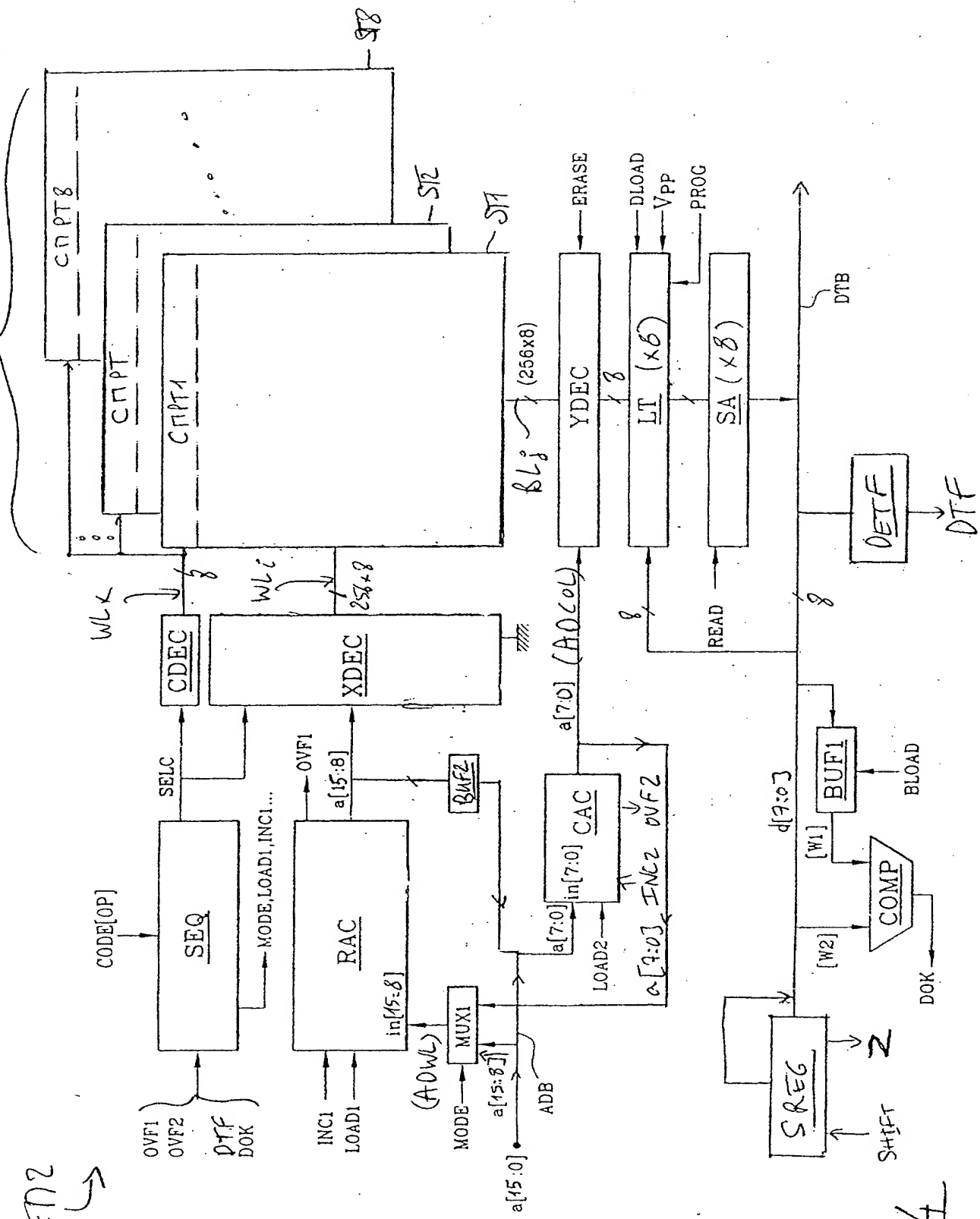
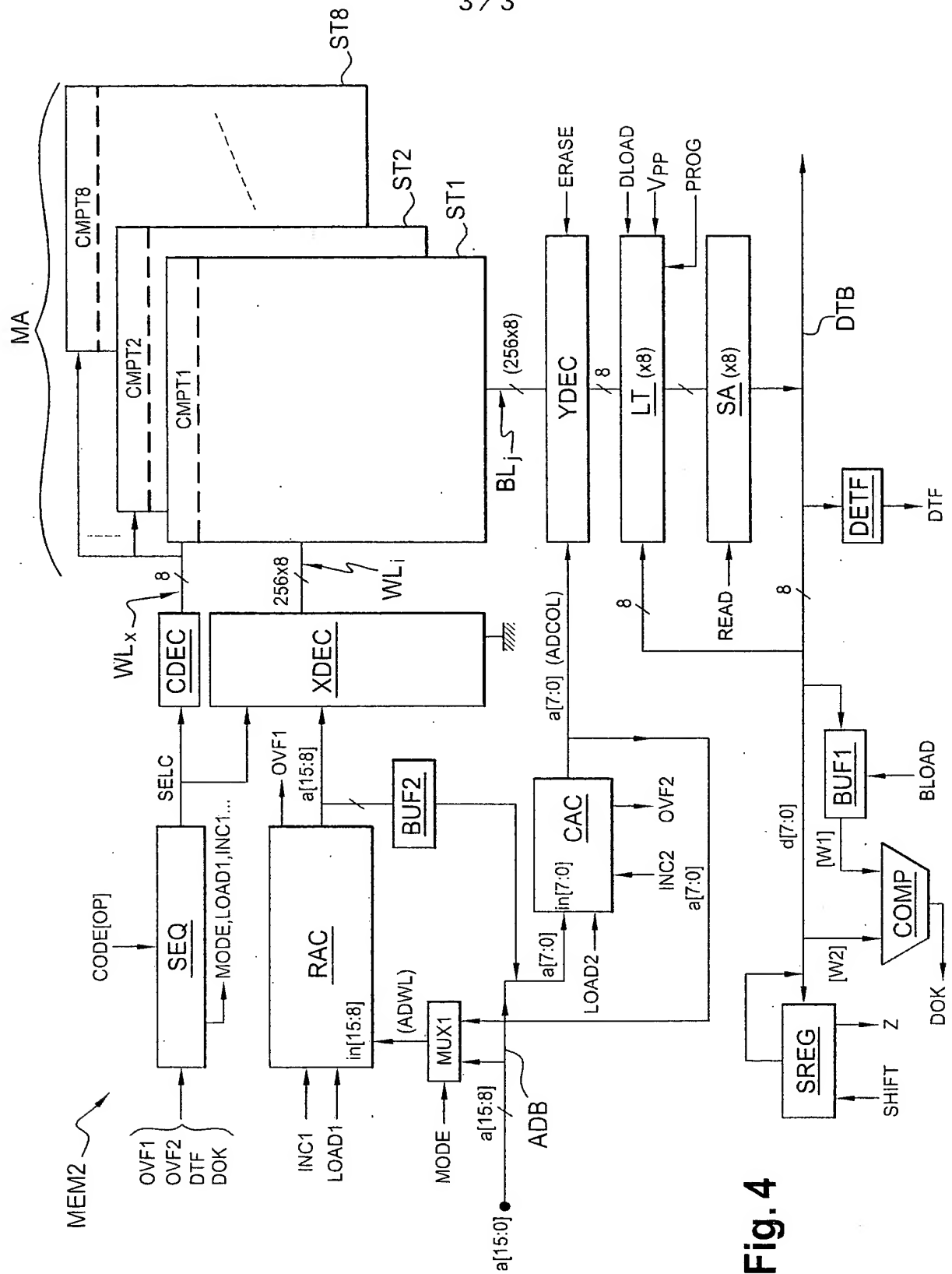


Fig. 4

3 / 3





DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cenja
N° 11 235'02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

10 FEV 2003		100211 FR	
Vos références pour ce dossier (facultatif)		13 INPI MARSEILLE	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0301558	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Mémoire Flash sectorisée comprenant des moyens de contrôle et de rafraîchissement de cellules mémoire			
LE(S) DEMANDEUR(S) : MARCHAND André OMNIPAT 24, Place des Martyrs de la Résistance 13100 AIX EN PROVENCE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		CAVALERI	
Prénoms		Paola	
Adresse	Rue	C/O OMNIPAT 24 Place des Martyrs de la Résistance	
	Code postal et ville	13100	AIX EN PROVENCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		ZINK	
Prénoms		Sébastien	
Adresse	Rue	C/O OMNIPAT 24 Place des Martyrs de la Résistance	
	Code postal et ville	13100	AIX EN PROVENCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		LECONTE	
Prénoms		Bruno	
Adresse	Rue	C/O OMNIPAT 24 Place des Martyrs de la Résistance	
	Code postal et ville	13100	AIX EN PROVENCE
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Aix en Provence, le 7 février 2003 MARCHAND André - CPI N° 95 0303 OMNIPAT			



THIS PAGE BLANK (USPTO)